

## V-319 臨海地域の地下コンクリート構造物における自然電位法による鉄筋腐食調査

日本コンクリート工業 正会員 小寺 満、同 土田伸治  
大成基礎設計 正会員 白井 廣之

## 1. はじめに

前報<sup>1)</sup>では、劣化促進させた鉄筋コンクリート梁を用いて、自然電位法による鉄筋腐食状況評価に及ぼす要因を実際の腐食状況と関係付けて検討した結果、自然電位に及ぼす要因を管理・補正することで自然電位と鉄筋腐食の関係は、ASTM基準とほぼ整合することが得られた。本報告は、実構造物を対象に室内実験を基にした自然電位の測定値と鉄筋腐食の関係を調査し、自然電位法による鉄筋腐食状況の評価について検討を行った。

## 2. 調査概要

表-1 状態の評価<sup>2)</sup>

## 2.1 構造物概要

構造物は、昭和34年に建設された臨海地域にある鉄筋コンクリート造の地下構造物で、運河の下を通り抜けている。一部で漏水が見受けられた。

## 2.2 調査方法

構造物の調査は、構造物全体の外観調査の後に、劣化状態・部位などを参考に、代表的な場所5ヶ所を選定して詳細な調査を実施した。詳細調査の手順はコンクリート表面の化粧

|      | 状態Ⅰ         | 状態Ⅱ                  | 状態Ⅲ                     | 状態Ⅳ                    |
|------|-------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
| ひび割れ | 腐食によるひび割れ無し | 腐食によるひび割れほとんど無し一部に浮き | 腐食によるひび割れあるが多くない一部剥離・剥落 | 腐食によるひび割れ多く幅数mm剥離・剥落多い |
| 鉄筋腐食 | 腐食無し        | 表面・一部に点錆             | 断面欠損が伴わない腐食錆汁多い         | 腐食著しく断面欠損有り錆汁著しい       |

モルタルを剥がした後に、測定面の鉄筋位置を探索(電磁誘導法)し、外観を表-1に従い評価した。次に、自然電位を測定するため、コンクリート表面に水を噴霧して15時間程度放置した後、自然電位(回転式電極電極方式、硫酸銅電極換算)を測定した。その結果を受けて、一部鉄筋をはつりだし、鉄筋の腐食状況を表-1に従い評価した。また、その際にフェノールフタレイン溶液を噴霧して中性化深さを測定し、補正電位を測定した。さらに、一部の場所では、コンクリートの塩化物濃度をJCI-SC4に従い測定し、圧縮・弾性係数用のコアも採取した。

## 3. 調査結果

## 3.1 構造物の外観について

構造物は建設後40年の鉄筋コンクリート造で、表面は厚さ5～10mm程度の仕上げモルタルが施され、経年によるものと推測されるひび割れ、剥離、浮き上がりおよび剥落が多数の位置に見受けられた。壁面の躯体コンクリートは、一部分に著しいひび割れが見受けられ、また、下床から40～50cm程度までかぶりコンクリートが剥落するほど縦方向の鉄筋が腐食をしており、錆汁および露出部分の鉄筋の断面欠損も見受けられた。しかしながら、躯体コンクリートはコア抜きした3本の強度が40～50N/mm<sup>2</sup>、弾性係数が30～36N/mm<sup>2</sup>と特に強度上には問題無いものと判断された。

## 3.2 自然電位

①コンクリートの含水率について：鉄筋コンクリートの自然電位は、コンクリート中の含水率に影響されることが知られている。

筆者らは前報<sup>1)</sup>にあるように、比較的安定した自然電位の計測地を得るための含水率は、1.0～2.2%程度に管理する必要があることがわかった。そこで、現状のコンクリート含水率を測定するために、コンクリート表面から30～40mmの深さの穴をあけ、電気抵抗式コンクリート含水率計により測定した結果、0.5～1.7%の含水率であった。そこで含水率を管理範囲にするために、コンクリート表面を噴霧器により散水して15時間程度放置した後、再度含水率を測定すると、1.1～2.2%の範囲となった。したがって、この範囲であるならば、前報のように、含水率による補正は必要ないと判断した。

②中性化の影響：本構造物は化粧モルタルが施されていることもあって、中性化の進行はほとんどしてないところが多

キーワード：自然電位法、鉄筋腐食、鉄筋コンクリート、塩化物イオン、構造物  
東京都港区港南 1-8-27 ・ TEL 03(5462)1057 ・ FAX 03(5462)1049

く、中性化していても20mm以下であった。中性化による自然電位の補正電位は50～70mVであり、前報での約100mVと同様な傾向となった。

- ③塩化物濃度の影響：自然電位の分布は、測定場所4ヶ所について測定面上部は「貴」、下部は「卑」である傾向が見受けられ、その差は150～250mVであった。しかしながら、かぶりコンクリートをはつり、鉄筋の腐食状態を観察した結果、いずれも状態Ⅱであった。そこで、自然電位の異なるコンクリートからコアを採取し、深さ方向で層別した各試料の可溶性塩化物イオン量を測定した結果、図-1のような分布となった。本調査で自然電位測定箇所のかぶりは40mm程度であり、この範囲の可溶性塩化物イオン濃度は0.07～0.2％であった。一方、前報では3.865kg/m<sup>3</sup>（可溶性塩化物量を0.191％、フリーデル氏塩を単位セメント量の0.4％と仮定）の塩化物を混入すると180～280mVの電位差が発生することが得られており、比較的良好な整合を示した。

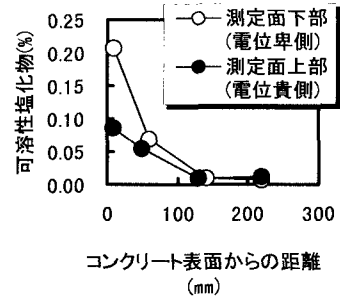


図-1 塩化物濃度分布

表-2 自然電位による鉄筋腐食のASTM評価基準

- ④自然電位と鉄筋腐食状況：本調査および前報の室内実験から得られた自然電位値と鉄筋腐食状態の関係を図-2に示す。なお、自然電位に測定値は、中性化による補正は行なったが、塩化物濃度の補正は行っていない。本調査および室内実験結果とともに鉄筋腐食が進展するとともに自然電位は「卑」の方向に移行した。しかし、室内実験と比較して実構造物の自然電位は鉄筋腐食状態Ⅲにおいて100mV程度「貴」な電位を示している。この理由は、室内実験が人工海水による強制腐食を用いたため、コンクリート特性あるいは鉄筋腐食の進行が、自然環境の再現にはならなかったことも一因であると考えられる。また、状態Ⅱの点錆程度の腐食は、当時の施工管理状況が不明であることから、施工時点ですでに存在していた可能性があること、塩化物濃度に差があることから、非常にバラツキの大きな結果となった。したがって、状態Ⅱを除けば、本実験はASTM基準に比較的良好な整合し、-300mV程度に腐食領域と非腐食領域のしきい値がある結果となった。しかし、筆者らが

|           | 区分Ⅰ           | 区分Ⅱ         | 区分Ⅲ         |
|-----------|---------------|-------------|-------------|
| 自然電位(CSE) | -200mVより貴     | -200～-350mV | -350mVより卑   |
| 腐食評価      | 90％以上の確率で腐食無し | 不確定         | 90％以上の確率で腐食 |

過去に行った非塩害環境下での調査<sup>3)</sup>では-100mV程度でも腐食が見受けられることから、今後は非塩害環境下での自然電位と鉄筋腐食の関係について実構造物の測定をとおして、検討を行う予定である。

#### 4. まとめ

本調査の結果をまとめると次のようになる。

- (1) 自然電位測定値への影響要因については、コンクリート含水率は散水により管理できること、コンクリートの中性化による補正電位は50～70mVであることおよび塩化物の影響が200mV前後あることなどが得られ、いずれも室内実験と同様な傾向が得られた。
- (2) 実構造物においても自然電位と鉄筋腐食状況の関係には相関があり、ASTM基準ともほぼ整合する。

参考文献：1)小寺ほか「自然電位法に影響する要因と鉄筋腐食に関する実験的研究」第53回年次講演会、土木学会、2)コンクリートライブラリー81「コンクリート構造物の維持管理指針(案)」、土木学会、3) 小寺ほか「鉄筋コンクリートのひび割れと鉄筋の腐食に関する長期暴露試験」コンクリート工学Vol.35, No.2, 1997.2

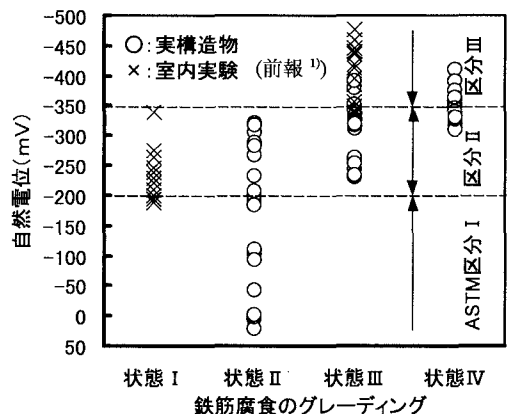


図-2 鉄筋腐食のグレーディング